

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 046 792 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

25.10.2000 Patentblatt 2000/43

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F01L 1/34, F01L 1/344

(21) Anmeldenummer: 00107447.5

(22) Anmeldetag: 06.04.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 23.04.1999 DE 19918592

(71) Anmelder:

FEV Motorentechnik GmbH  
52078 Aachen (DE)

(72) Erfinder:

Yapici, Kurt Imren, Dipl.-Ing.  
52249 Eschweiler (DE)

(74) Vertreter:

Langmaack, Jürgen, Dipl.-Ing. et al  
Patentanwälte  
Maxton & Langmaack  
Postfach 51 08 06  
50944 Köln (DE)

## (54) Stellantrieb zur Positionierung eines Stellmittels

(57) Die Erfindung betrifft einen Stellantrieb zur Positionierung eines Stellmittels an einer Kolbenbrennkraftmaschine, der mit einem Antriebsmittel versehen ist, das über schaltbare Mittel (17) zur Drehrichtungs-

umkehr und ein hoch untersetztes Getriebe (7) mit dem Stellmittel in Verbindung steht.

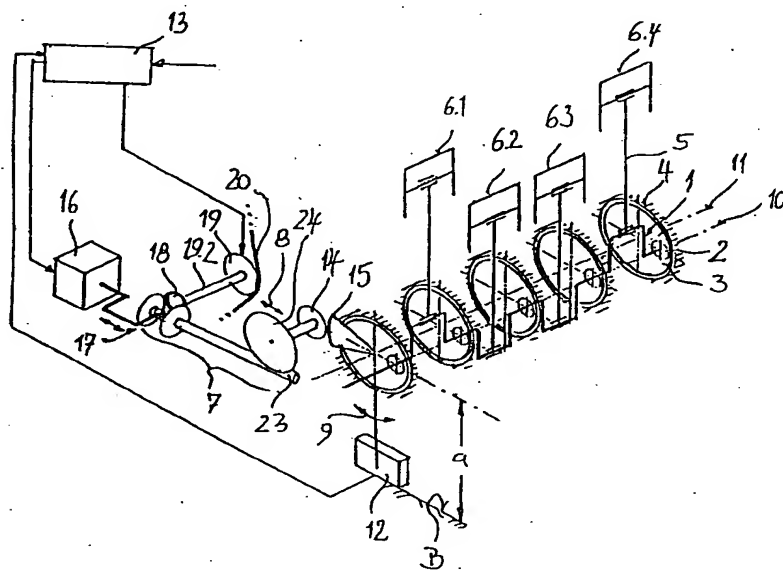


Fig. 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stellantrieb zur Positionierung eines Stellmittels an einer Kolbenbrennkraftmaschine.

[0002] In bestimmten Anwendungsfällen ist es beispielsweise erforderlich, daß bei zwei mit Querabstand zueinander verlaufenden Achsen bzw. Wellen die Höhenlage einer der Wellen zu einer festen Bezugsebene verändert werden muß, während die andere Welle mit ihrer Drehachse ihre definierte Lage zur Bezugsebene behält. Dies ist beispielsweise bei einer Kolbenbrennkraftmaschine gegeben, bei der eine Veränderung des Brennraumvolumens durch ein Anheben bzw. Absenken der Kurbelwellendrehachse gegenüber einer Bezugsebene vorgenommen werden soll. Bei dieser Veränderung der Höhenlage der Kurbelwelle sind erhebliche Stell- und Haltekräfte erforderlich, die mit üblichen elektrischen Aktuatoren, die über das Bordnetz gespeist werden müssen, nur schwierig aufzubringen sind.

[0003] Auch bei einer Verstellung einer Nockenwelle sind derartige Positionierungen notwendig.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Stellantrieb zu schaffen, bei dem mit geringem Energieaufwand hohe Stell- und Haltekräfte zur Positionierung eines Stellmittels an einer Kolbenbrennkraftmaschine aufgebracht werden können.

[0005] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit einem Stellantrieb gelöst, der mit einem Antriebsmittel versehen ist, das über schaltbare Mittel zur Drehrichtungsumkehr und ein hochuntersetztes Getriebe mit dem Stellmittel in Verbindung steht. Durch die Anwendung eines hochunteretzten Getriebes ist es möglich, mit geringer Antriebskraft hohe Stellkräfte aufzubringen. Entsprechend den geringen, aufzubringenden Stellkräften ist es auch möglich, ein derartiges Getriebe mit schaltbaren Sperrmitteln in der jeweiligen Stellposition zu halten, wobei auch für die Sperrmittel nur geringe Haltekräfte erforderlich sind.

[0006] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Getriebe selbstsperrend ausgebildet ist. Dies ist besonders vorteilhaft durch ein Getriebe zu erzielen, das als Schneckentrieb mit antriebsseitig angeordneter Schnecke ausgebildet ist.

[0007] Die für die Positionierung des Stellmittels zwischen zwei Endlagen erforderliche Hin- und Herbewegung wird zweckmäßigerweise über einen Drehantrieb bewirkt. Bei einem elektromotorischen Drehantrieb kann dies mit elektrischen Mitteln durch Umschaltung der Drehrichtungsumkehr erfolgen. Besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn das Antriebsmittel durch die Kolbenbrennkraftmaschine selbst gebildet wird, die über eine zwischengeschaltete schaltbare Kupplung mit dem Getriebe verbunden ist. Bei dieser Ausbildung des Antriebsmittels ist es in Ausgestaltung der Erfindung zweckmäßig, wenn das Mittel zur Drehrichtungsumkehr

durch eine schaltbare Wechselradanordnung am Getriebe gebildet wird. Die Antriebskraft kann hierbei von der Kurbelwelle der Kolbenbrennkraftmaschine über einen Riementrieb zweckmäßigerweise vom Zahnriemen zur Betätigung der Nockenwellen oder auch vom Keilriemen zum Antrieb der Lichtmaschine abgegriffen werden. Da das Antriebsmittel eine konstante Drehrichtung aufweist, läßt sich die erforderliche Hin- und Herbewegung für das Stellmittel durch die schaltbare Wechselradanordnung am Getriebe bewirken.

[0008] In zweckmäßiger Ausgestaltung ist hierbei vorgesehen, daß die schaltbare Kupplung durch eine berührungslos wirkende elektromagnetische Kupplung gebildet wird. Eine derartige elektromagnetische Kupplung bietet den Vorteil, daß der Stellvorgang stoßfrei durchgeführt werden kann, so daß insbesondere bei kleinen Stellwegen je nach Aktivierung der Kupplung der Stellvorgang langsam und kontinuierlich oder aber auch getaktet erfolgen kann. Die für die Aktivierung der elektromagnetischen Kupplung notwendige elektrische Energie ist deutlich geringer als ein direkter Antrieb über einen eigenen Stellmotor.

[0009] Als besonders zweckmäßiger Anwendungsfall ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß das zu betätigende Stellmittel als Einrichtung zur Veränderung des Brennraumvolumens der Zylinder der Kolbenbrennkraftmaschine durch Verlagerung der Kurbelwelle ausgebildet ist.

[0010] Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 als Anwendungsbeispiel eine perspektivische Schemadarstellung einer Vierzylinder-Kolbenbrennkraftmaschine mit variabel einstellbarem Brennraum,

Fig. 2 eine Stirnansicht der Antriebsmittel,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Stellentriebes mit Schneckengetriebe,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführungsform für einen Stellantrieb,

Fig. 5 eine Ausführungsform einer elektromagnetischen Kupplung im Schnitt.

[0011] Wie die schematische Darstellung gem. Fig. 1 erkennen läßt, ist eine Kurbelwelle 1 einer Vierzylinder-Kolbenbrennkraftmaschine mit ihren Kurbelwellenlagern 2 in Exzenteringen 3 gelagert, die ihrerseits verdrehbar in entsprechende Traglagergehäusen 4 eines angedeuteten Motorblocks gelagert sind. Mit der Kurbelwelle 1 sind über Pleuel 5 jeweils die hier nur schematisch angedeuteten Kolben 6 verbunden. Die Kurbelwelle ist in einer Stellung gezeigt, in der die Kolben 6.1 und 6.4 sich in der oberen Totpunktstellung befinden, während sich die Kolben 6.2 und 6.3 in der

unteren Totpunktstellung befinden. Zumindest einer der Exzenterringe 3 ist mit einer als Getriebe 7 ausgebildeten Verdrehrichtung verbunden, so daß über die Kurbelwelle ein synchrones Verdrehen der übrigen Exzenterringe 3 erfolgt. Bei einer Drehung des Getriebes 7 in Richtung des Doppelpfeiles 8 werden die Exzenterringe 3 entsprechend hin und her gedreht (Doppelpfeil 9), so daß sich dementsprechend auch jeweils die Höhenlage a der Drehachse 10 der Kurbelwelle 2 gegenüber einer Horizontalebene B als motorfeste Bezugsebene verändert.

**[0012]** Wie aus Fig. 1 ferner ersichtlich, ist die Drehachse 10 der Kurbelwelle 1 exzentrisch zur Schwenkachse 11 der Exzenterringe 3 angeordnet und wird über das Getriebe 7 aus einer angenommenen Mittelstelle zur Veränderung der Höhenlage a nach oben oder unten auf einer Kreisbahn bewegt. Dadurch wird die Drehachse 10 der Kurbelwelle in bezug auf die motorfeste horizontale Bezugsebene B auch gegenüber der ortsfesten Schwenkachse 11 der Exzenterringe 3 angehoben bzw. abgesenkt. Das bedeutet aber, daß die Kolben 6 jeweils in ihrer oberen Totpunktstellung um das gleiche Maß näher an das Brennraumdach des Zylinders heranreichen, so daß dem entsprechend auch das Verdichtungsverhältnis erhöht und bei einer gegenläufigen Verdrehung der Exzenterringe 3 vermindert wird. Auch die sogenannte Schränkung, d. h. der seitliche Abstand der Drehachse 10 zu den Zylinderachsen wird verändert.

**[0013]** Das Getriebe 7 kann nun unmittelbar mit einem entsprechenden, hier nicht näher dargestellten Wellenzapfen in Verlängerung der Drehachse 11 mit dem zu verdrehenden Exzenterring 3 verbunden sein. Aus Raumgründen ist es zweckmäßig, wenn das Getriebe 7 über ein entsprechendes Ritzel 14 auf ein mit den zu verdrehenden Exzenterring 3 verbundenes Zahnsegment 15 einwirkt, wie hier dargestellt. Anhand von Fig. 3 und Fig. 4 werden noch unterschiedliche Ausführungsformen für das Getriebe 7 näher erläutert.

**[0014]** Dem Getriebe 7 ist ein vorzugsweise elektromagnetisch betätigbarer über eine Steuerung 13 ansteuerbarer Aktuator 16 zugeordnet, mit dem eine im Getriebe vorgesehene Wechselradanordnung 17 für eine Drehrichtungsumkehr betätigbar ist. Der Schwenkweg bzw. die jeweilige Veränderung der Höhenlage "a" kann über einen der Steuerung 13 zugeordneten Sensor 12 erfaßt werden. Die Wechselradanordnung 17 steht mit einem Antriebsritzel 18 in Verbindung, das über eine Welle 19.2 und eine schaltbare Kupplung 19, hier eine berührungslos arbeitende elektromagnetische Kupplung, durch eine Steuerkette oder einen Keilriemen 20 mit Hilfe der Kurbelwelle anzutreiben ist.

**[0015]** In Fig. 2 ist in einer schematischen Stirnan-sicht einer Kolbenbrennkraftmaschine die Steuerkette 20 dargestellt, mit der über ein mit der Kurbelwelle in Verbindung stehendes Antriebsritzel 21 die Nockenwellen 22 der Kolbenbrennkraftmaschine angetrieben werden. Die Steuerkette steht mit der schaltbaren

Kupplung 19 in ständigem Eingriff.

**[0016]** Wie in Fig. 1 und 2 angedeutet, steht der treibende Teil 19.1 der anhand von Fig. 5 näher beschriebenen elektromagnetisch wirkenden Kupplung 19 mit dem Steuerkette 20 in ständigem Eingriff. Wird die elektromagnetische Kupplung 19 aktiviert, so wird über die Magnetkraft der mit der Welle 19.2 verbundene Abtriebsteil, mit dem das Antriebsritzel 18 verbunden ist, in der angegebenen unveränderten Drehrichtung mitgenommen. Mit Hilfe des Aktuators 16 kann durch eine entsprechende Schaltung der Wechselradanordnung 17 trotz konstanter Drehrichtung der Kupplung 19 die Drehrichtung des Getriebes 7 verändert und so die gewünschte Hin- und Herbewegung (Pfeil 9) bewirkt werden.

**[0017]** In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel für das in Fig. 1 schematisch dargestellte Getriebe 7 perspektivisch wiedergegeben. Bei dieser Ausführungsform ist das mit der Welle 19.2 verbundene Antriebsritzel 18 als Kegelrad ausgebildet, dem als Wechselradanordnung 17 zwei Kegelräder 17.1 und 17.2 in ständigem Eingriff zugeordnet sind. Die Kegelräder 17.1 und 17.2 sind freidrehbar auf einem Wellenansatz einer Antriebs-schnecke 23 gelagert, die mit einem Schneckenrad 24 in Verbindung steht, das, wie in Fig. 1 dargestellt und vorstehend auch beschrieben, auf den Exzenterring 3 einwirkt. Zwischen den beiden Kegelrädern 17.1 und 17.2 ist eine drehtest aber längsverschiebbar mit der Antriebsschnecke 23 verbundene Schaltmuffe 17.3 angeordnet, die über den Aktuator 16 wechselseitig mit dem Kegelrad 17.1 oder 17.2 in Eingriff gebracht werden kann. Die Wechselradanordnung 17 steht mit dem Aktuator 16 (Fig. 1) in Verbindung und kann über diesen in Richtung der Pfeile 17.3 innerhalb des Schaltabstandes verschoben und so wahlweise das Kegelrad 17.1 oder das Kegelrad 17.2 mit dem Antriebsritzel 18 in Eingriff gebracht werden. Über die Ausbildung als Antriebsschnecke 23 ist diese Ausführungsform des Getriebes 7 selbstsperrend. Je nach Stellung der Wechselradanordnung 17 kann dann das Schneckenrad 24 in Richtung des Doppelpfeiles 8 hin oder her gedreht werden.

**[0018]** In Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform für das Getriebe 7 dargestellt, das als Stirnradgetriebe ausgebildet ist.

**[0019]** Die Kupplung 19 steht mit einer Wechselradanordnung 25 in Verbindung, die ein erstes Wechselrad 25.1 und ein zweites Wechselrad 25.2 aufweist, die als Block auf der beispielsweise als Keilwelle ausgebildeten Welle 19.2 der Kupplung 19 in einen hier nicht näher dargestellten Lagerträger axial verschiebbar gelagert sind, so daß wahlweise das Wechselrad 25.1 oder das Wechselrad 25.2 mit dem Getriebesrad 25 in Eingriff gebracht werden kann. Das zweite Wechselrad 25.2 steht über ein fest mit dem ersten Wechselrad 25.1 verbundenen Zwischenrad 25.3 im Eingriff, so daß das zweite Wechselrad 25.2 trotz konstanter Drehrichtung der Kupplung 19 in Gegenrichtung umläuft.

[0020] Über einen entsprechenden Stellantrieb kann nun der Lagerträger mit den beiden Wechselrädern 25.1 und 25.2 in axialer Richtung auf der Antriebswelle 19.2 verschoben werden und so wahlweise für die eine oder die andere Drehrichtung mit dem Getrieberad 24 in Eingriff gebracht werden, um die gewünschte Schwenkbewegung zu bewirken. Über ein mit der Welle 24.1 verbundenes kleines Zahnrad und ein damit im Eingriff stehendes weiteres, großes Getrieberad, das dann über ein Ritzel 14 (Fig. 1) auf dem Exzenterring 3 einwirkt, kann die gewünschte starke Untersetzung bewirkt werden.

[0021] Bei einem angenommenen Untersetzungsverhältnis von beispielsweise 1 : 40 ist ein derartiges Getriebe grundsätzlich selbstsperrend. Da jedoch im Betrieb einer Kolbenbrennkraftmaschine die Gesamtanordnung den üblichen Vibrationen und Erschütterungen ausgesetzt ist und zusätzlich noch die über die Exzenterringe einwirkenden Kräfte bei Expansionshub, Verdichtungshub und Ausstoßhub als Rückstellkräfte wirksam werden, kann es zweckmäßig sein, das Getrieberad 24 mit einer hier nur schematisch angedeuteten Feststellbremse 26 zu versehen, die über einen entsprechend ansteuerbaren Aktuator 27 jeweils beim Schalten der Kupplung 19 gelöst und nach Beendigung des Stellvorganges wieder angelegt wird.

[0022] In Fig. 5 ist schematisch in einem Vertikalschnitt ein Ausführungsbeispiel für die Kupplung 19 dargestellt. Diese besteht im wesentlichen aus einem äußeren Rotor 19.1, der auf einer Achse 28 am Gehäuse 29 der Kolbenbrennkraftmaschine drehbar gelagert ist. Der äußere Rotor 19.1 ist mit einer Spulenwicklung 30 versehen, die über einen Schleifringübertrager 31 bestrombar ist. Auf der Achse 28 ist ferner ein innerer Rotor 19.3 frei drehbar gelagert, der beispielsweise mit Permanentmagneten 32 versehen ist, die der Spulenwicklung 30 zugeordnet sind. Der innere Rotor 19.3 ist über die Antriebswelle 19.2 mit dem Antriebsritzel 18 (Fig. 1) bzw. 25.1 (Fig. 4) verbunden. Der äußere Antriebsrotor 19.1 steht entsprechend Fig. 2 mit der Steuerkette 20 in Verbindung, wie dies hier angedeutet ist. Statt der Anordnung von Permanentmagneten 32 kann der innere Rotor 19.3 ebenfalls mit einer bestrombaren Wicklung versehen sein, die dann auch über entsprechende Schleifringübertrager oder auch über eine berührungslose Energieeinkoppelung ein Magnetfeld erzeugt.

[0023] Sobald die Wicklung 30 bestromt wird und ein entsprechendes Magnetfeld aufgebaut wird, wird über das Elektromagnetfeld der innere Rotor 19.3 mitgenommen, wobei die Höhe des der Spulenwicklung 30 zugeführten Stromes die Stärke des Elektromagnetfeldes und damit auch das auf den inneren Rotor 19.3 wirkende Drehmoment, aber auch der Schlupf zwischen dem äußeren und dem inneren Rotor bestimmt wird. Bei entsprechender Bestromung der Spulenwicklung 30 kann somit eine "sanfte" und langsame Verstellung des Stellantriebes bewirkt werden.

[0024] Die Höhe der Bestromung der Spulenwicklung 30 kann über die Motorsteuerung beispielsweise drehzahlabhängig vorgegeben werden, so daß unter Anpassung an die jeweilige Motordrehzahl die Höhe des Stromes für die Spule 30 vorgegeben wird und so trotz wechselnder Motordrehzahlen über den gesamten Betriebsbereich der Kolbenbrennkraftmaschine eine konstante Verstellgeschwindigkeit erzielt wird.

[0025] Der erfindungsgemäße Stellantrieb kann nicht nur über die Kolbenbrennkraftmaschine selbst mit zwischengeschalteter elektromagnetischer Kupplung als Antriebsmittel betätigt werden. Es ist auch möglich, als Antriebsmittel einen in seiner Drehrichtung unschaltbaren Schrittschaltmotor, Elektromotor mit geringer Leistung oder einen Hydraulikmotor zu verwenden. Je nach Ausgestaltung des Antriebsmittels und ggf. einer zwischengeschalteten Feststellbremse kann der Stellantrieb zwischen zwei vorgegebenen Endlagen verstellt werden oder aber bei Anwendung einer entsprechenden Sensorik auch Zwischenstellungen zwischen den vorgegebenen Endlagen einnehmen.

#### Patentansprüche

1. Stellantrieb zur Positionierung eines Stellmittels an einer Kolbenbrennkraftmaschine, der mit einem Antriebsmittel versehen ist, das über schaltbare Mittel (17) zur Drehrichtungsumkehr und ein hoch untersetztes Getriebe (7) mit dem Stellmittel in Verbindung steht.
2. Stellantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe mit schaltbaren Sperrmitteln (27, 28) in Verbindung steht.
3. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe selbstsperrend ausgebildet ist.
4. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe (7) als Schneckentrieb mit antriebsseitig angeordneter Schnecke (23) ausgebildet ist.
5. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Drehrichtungsumkehr durch eine schaltbare Wechselradanordnung (17, 25) an Getriebe (7) gebildet wird.
6. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsmittel durch die Kolbenbrennkraftmaschine selbst gebildet wird, die über eine zwischengeschaltete schaltbare Kupplung (19) mit dem Getriebe (7) verbunden ist.
7. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe (7) über eine berührungslos wirkende elektromagnetische Kupplung (19) antriebsseitig mit der Kolbenbrennkraftmaschine verbunden ist.

8. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das zu betätigende Stellmittel als Einrichtung zur Veränderung des Brennraumvolumens der Zylinder der Kolbenbrennkraftmaschine durch Verlagerung der Pleuellwelle (2) ausgebildet ist.

15

20

25

30

35

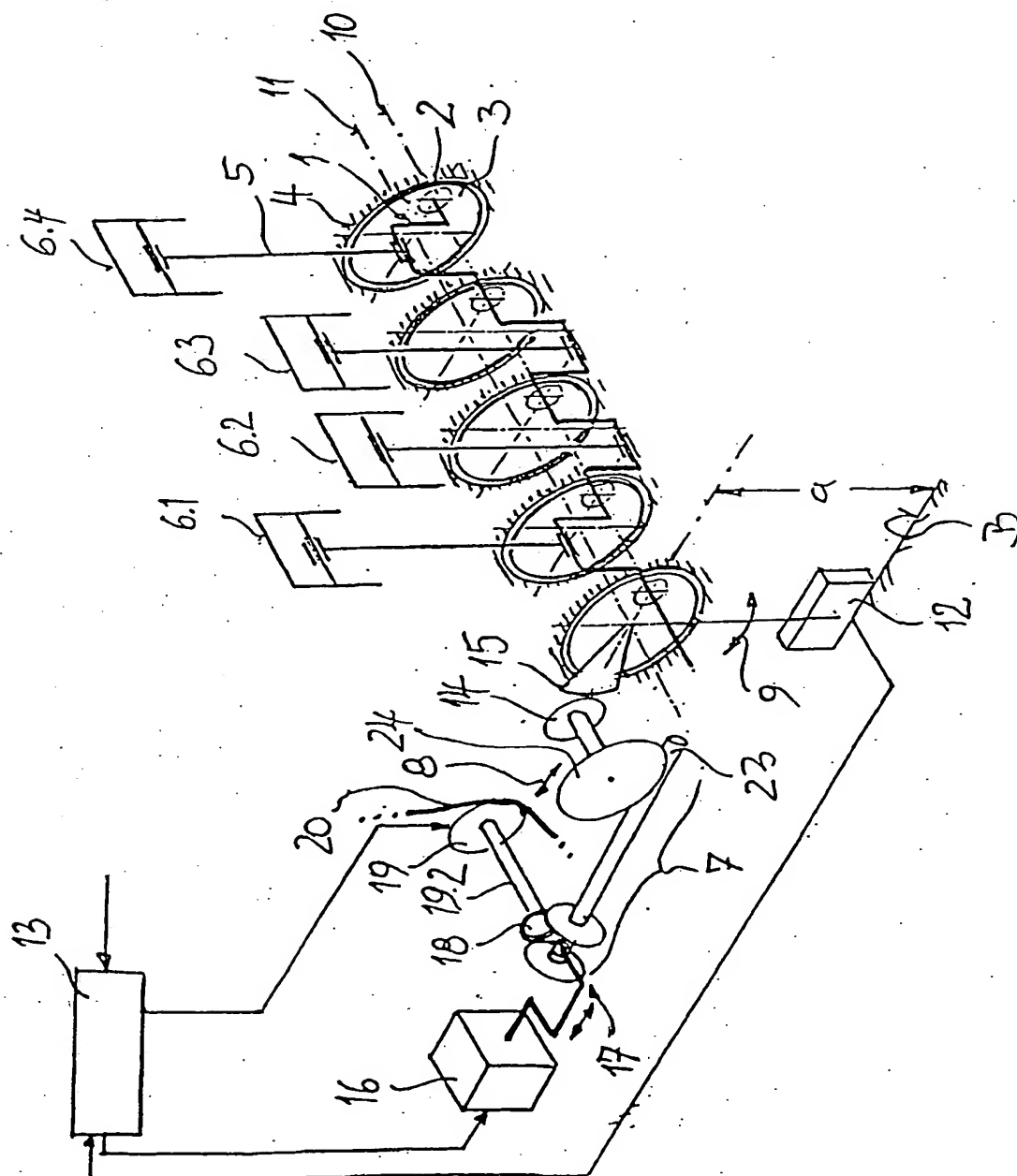
40

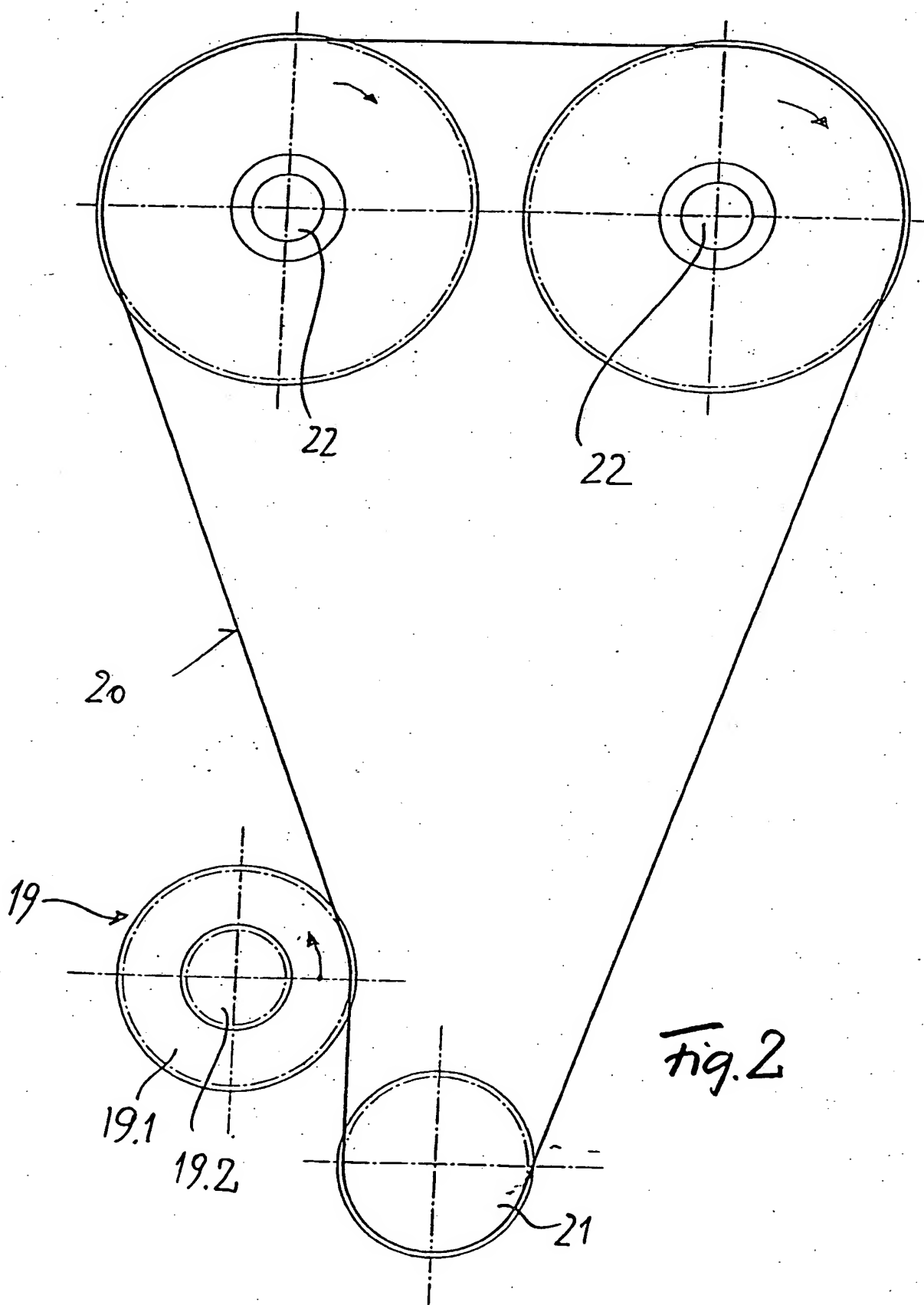
45

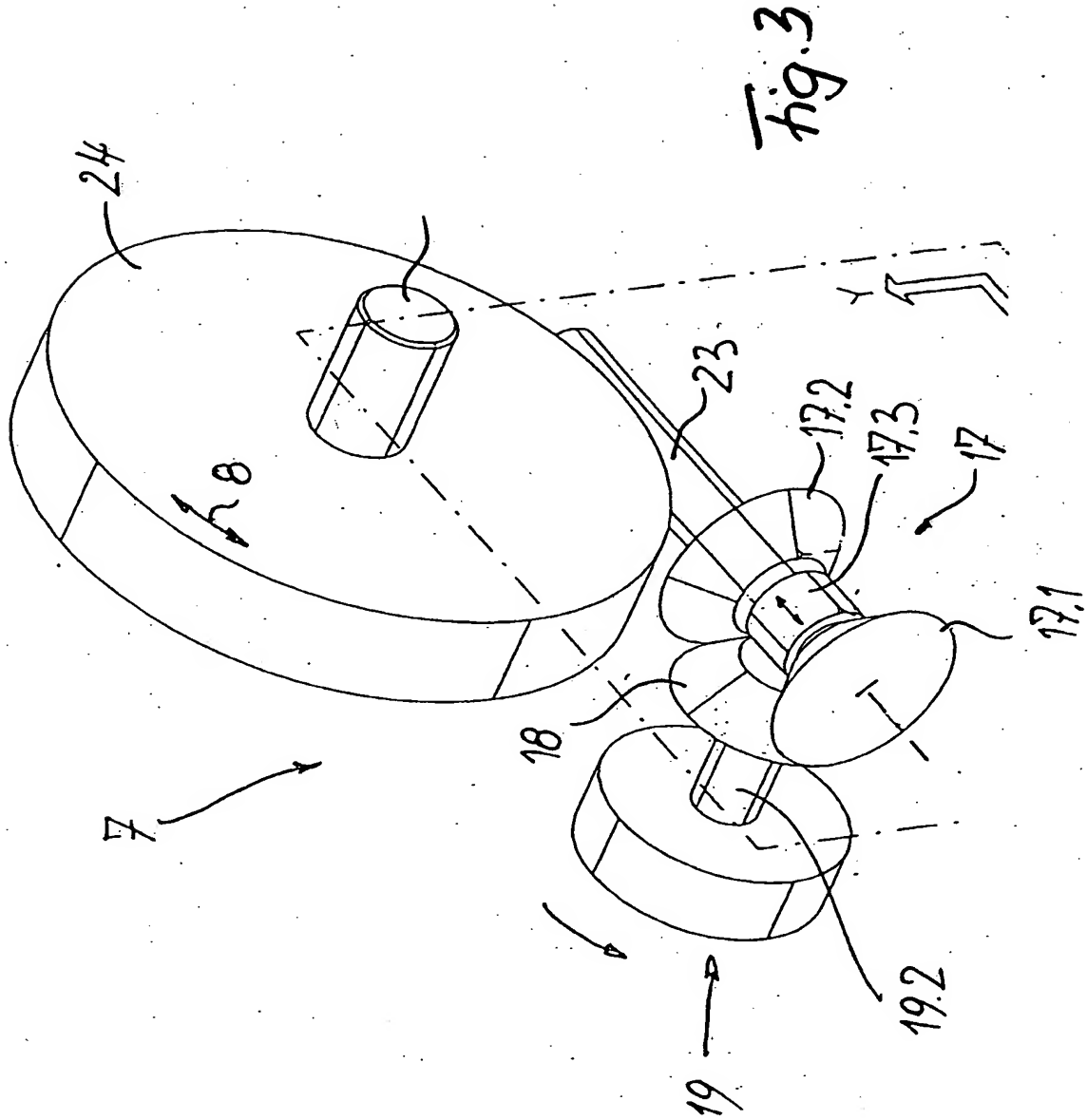
50

55

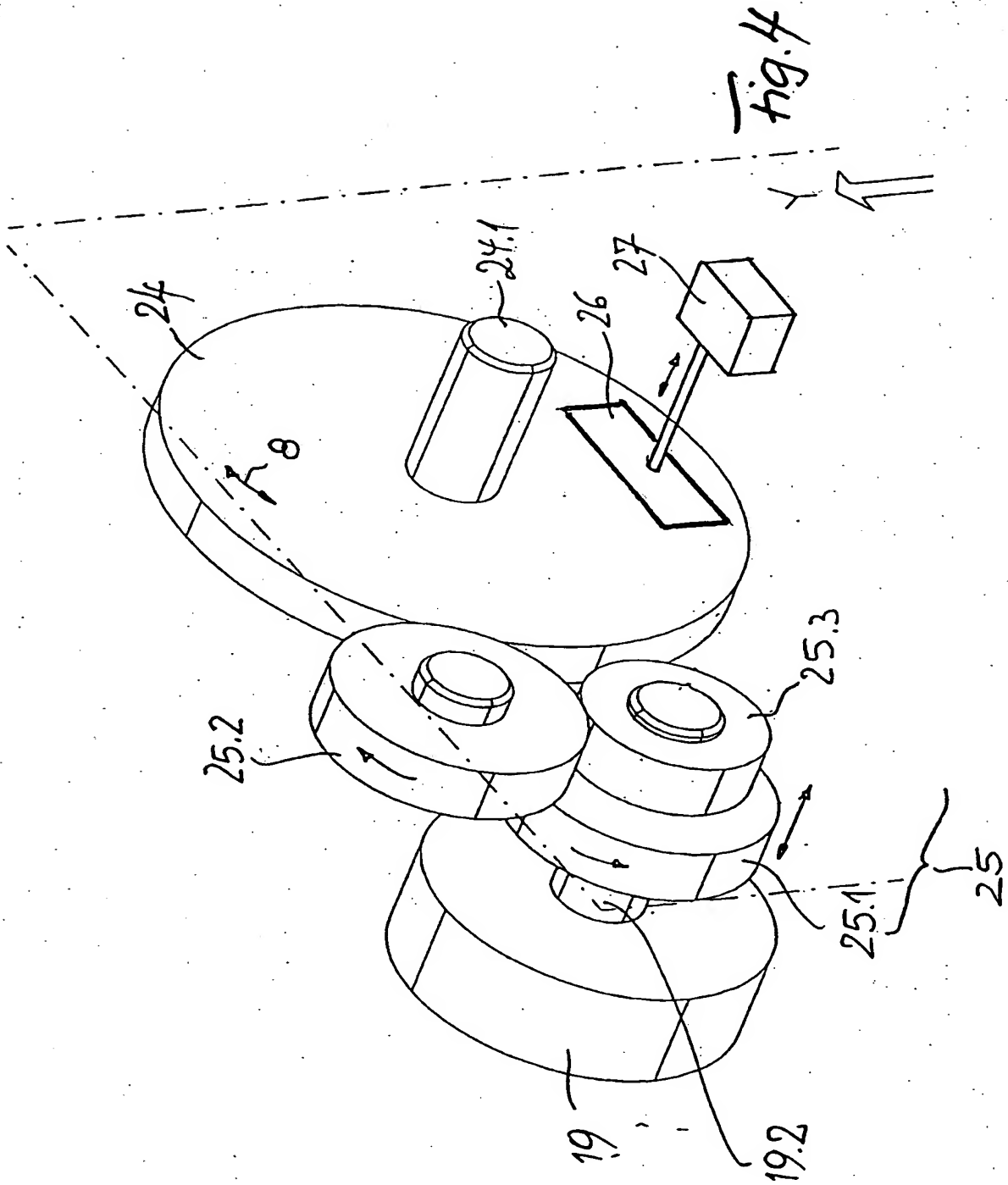
Fig. 1











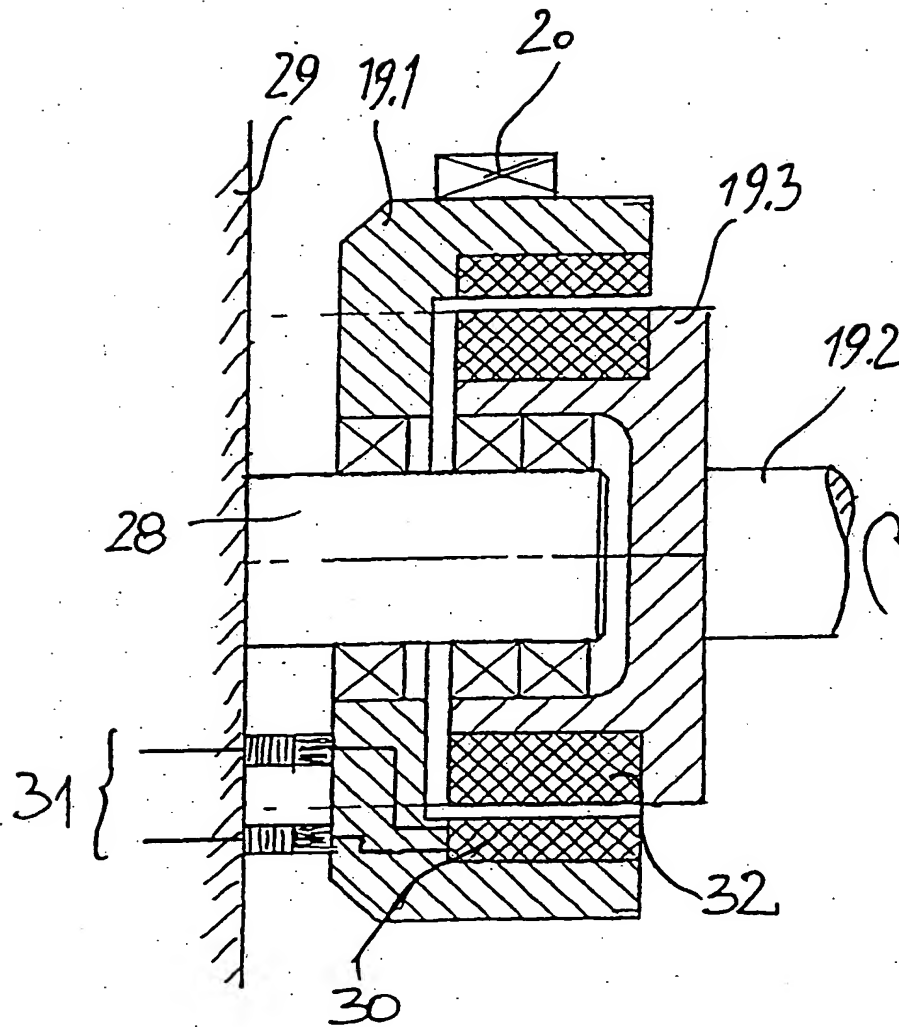


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**